

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 63-060413

(43)Date of publication of application : 16.03.1988

(51)Int.Cl.

G02B 6/42

G02B 6/12

(21)Application number : 61-205291

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 01.09.1986

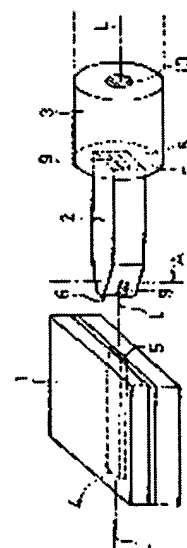
(72)Inventor : GO HISAO

(54) COUPLING METHOD FOR LIGHT EMITTING ELEMENT AND OPTICAL FIBER AND OPTICAL WAVEGUIDE TYPE COUPLING DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To remarkably lowly suppress a coupling loss of light by executing optical coupling extending from a light emitting element to an optical fiber, by an optical waveguide member in which the light emitting element side has been formed to a columnar surface.

CONSTITUTION: A light emitting element (for instance, a semiconductor laser) 1, an optical waveguide member 2 and an optical fiber 3 are placed on the same optical axis L. One end face of a stripe part for forming an oscillation area of the light emitting element 1 constitutes a light emitting end face 5, and this end face 5 is opposed at a prescribed interval to the tip of the first end face (light incident end face) 6 of the optical waveguide member 2. Also, the light emitting end face 5 is finished to a columnar surface centering around an axis A in the vertical direction being orthogonal to the optical axis L. On the other hand, the second end face (light emitting end face) 7 of the optical waveguide member 2 is finished to a plane being orthogonal to the optical axis L, and abuts on a light incident end face 8 of the optical fiber 3, which has been finished to a plane in the same way. In this case, the optical waveguide member 2 and the optical fiber 3 have cores 9, 10 in the center parts, respectively, and they are positioned on the optical axis L passing through the light emitting end face 5 from the stripe part 4 of the light emitting element 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

BEST AVAILABLE COPY

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑫ 公開特許公報(A)

昭63-60413

⑬ Int. Cl.⁴G 02 B 6/42
6/12

識別記号

庁内整理番号

7529-2H
8507-2H

⑭ 公開 昭和63年(1988)3月16日

審査請求 未請求 発明の数 2 (全8頁)

⑮ 発明の名称 発光素子と光ファイバの結合方法および光導波型結合装置

⑯ 特 願 昭61-205291

⑰ 出 願 昭61(1986)9月1日

⑱ 発 明 者 郷 久 雄 神奈川県横浜市戸塚区田谷町1番地 住友電気工業株式会社
横浜製作所内

⑲ 出 願 人 住友電気工業株式会社 大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

⑳ 代 理 人 弁理士 長谷川 芳樹 外1名

明 細 書

1. 発明の名称

発光素子と光ファイバの結合方法および
光導波型結合装置

2. 特許請求の範囲

1. 発光素子の発光端面からの光を、光ファイバの光入射端面に結合する発光素子と光ファイバの結合方法において、

前記発光素子の発光端面と前記光ファイバの光入射端面を結ぶ光軸上に光導波路部材を配置し、

前記発光素子の発光端面に対向する前記光導波路部材の第1の端面を、前記光軸と直交する軸を中心とする円柱面に仕上げ、

前記光ファイバの光入射端面に対向する前記光導波路部材の第2の端面を、前記光軸と直交する平面に仕上げることを特徴とする発光素子と光ファイバの結合方法。

2. 光導波路部材の第1の端面の先端は発光

素子の発光端面と一定の間隔を有し、第2の端面は光ファイバの光入射端面と当接するように配置される特許請求の範囲第1項記載の発光素子と光ファイバの結合方法。

3. 基板上に載置される発光素子の発光端面からの光を、光ファイバの光入射端面に結合する光導波型結合装置において、

前記基板上に形成され前記発光素子を位置決める位置決め部材と、

前記発光素子と光ファイバの間の光軸上において前記基板上に固定され、この発光素子の発光端面に対向する第1の端面が前記光軸と直交する軸を中心とする円柱面に仕上げられ、前記光ファイバの光入射端面に対向する第2の端面が前記光軸と直交する平面に仕上げられた光導波路部材とを備えることを特徴とする光導波型結合装置。

4. 位置決め部材は発光素子を光軸方向に位置決めする部材である特許請求の範囲第3項記載の光導波型結合装置。

5. 位置決め部材は発光素子を光軸方向およ

びこの光軸と直交する方向に位置決めする部材である特許請求の範囲第3項記載の光導波型結合装置。

6. 光導波路部材の第1の端面の端部は円柱面と連続するテーパ面状に仕上げられている特許請求の範囲第3項記載の光導波型結合装置。

7. 光導波路部材の第1の端面の先端は発光素子の発光端面との間に所定の間隔を有し、かつ第2の端面は光ファイバの光入射端面と当接している特許請求の範囲第3項記載の光導波型結合装置。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明は光ファイバと発光素子とを光学的に結合する結合方法と、そのために使用される光導波型結合装置に関する。

(従来の技術)

半導体レーザや発光ダイオードなどの発光素子と光ファイバとを光学的に結合することは、実用

よりは高効率な光学的結合を得ることができる。しかし、発光素子と微小レンズの間、及び微小レンズと光ファイバの間で、それぞれの光軸の調整や結合距離の調整(以下、かかる調整作業を「調芯」と称する。)が必要となる。このため、例えば円柱レンズと集束性ロッドレンズとを使用して半導体レーザとシングルモードファイバを結合した場合でも、一般に約2乃至3dBの結合損失を生じ、球レンズなど他の微小レンズを使用した場合には更に大きな結合損失を生じてしまう。

一方、光ファイバの端面に予め先球を形成して光ファイバ自体に微小レンズの作用を荷わせ、先球ファイバやテーパ先球ファイバとして発光素子と光ファイバとを直接に結合させる方法も提案されている。これによれば、微小レンズを介する光学的結合における複雑な調芯を省くことができ、調芯を発光素子と光ファイバ間でのみ行えばよいという利点がある。しかしながら、微細な光ファイバの先端を精密な球面構造となし、更にテーパ加工することなどは至難である。また、調芯にお

的な光導波回路や光・電集積回路(OEIC)を実現させ、各種の電気-光変換素子(以下、E/Oモジュールと称する)を実用化するうえで不可欠なものである。

かかる光学的な結合方式として最も簡単なものには、発光素子と光ファイバとを端面同志で突き合わせるだけの、いわゆるバット・カップリングがある。しかしこのバット・カップリングでは、発光素子と光ファイバとの両者の端面を理想的に突き合わせることが難しく、わずかな突き合わせのずれなどによって結合効率が大幅に低下してしまう。このため、実際の光通信などにおいてはこのバット・カップリングはあまり用いられていない。

これに対して、発光素子の光を円柱レンズや集束性ロッドレンズ、あるいは球レンズなどにより集束させ、光ファイバに入射させることによって光学的な結合を行う光学的結合方法が従来から知られている。これによると、微小レンズによる光の集束作用が働き、バット・カップリングによる

けるわずかな軸ずれによって大きな結合損失を生じやすく、半導体レーザと先端加工済のシングルモードファイバとを結合した場合においては、一般に2乃至3dBもしくはそれ以上の結合損失を生じるものであった。

(発明が解決しようとする問題点)

光情報処理の多様化と高度化にともない、経済的かつ簡便にして高効率な光学的結合を行うという要請を考慮すると、かかる従来技術では下記の如き問題点があった。

第1に、未熟な作業者が結合作業を行なうと、作業自体が簡便でないため高い結合効率で処理を行えない。

第2に、通常の量産技術で容易に実現できる生産性に優れた結合部材を利用することが難しく、したがって量産性に欠ける微小レンズや端面加工済の光ファイバを採用しなければならない欠点があった。さらに、このような微小レンズの製造や先球ファイバの加工は経済性、量産性に欠けるだけでなく、微小レンズ、先球ファイバ自体を更に

短焦点化することは極めて難しく、従って結合効率を改善する上での障害ともなっていた。

第3に、調芯後に発光素子や微小レンズ、あるいは光ファイバなどを機械的かつ安定的に保持する事が容易でなく、従って従来の光学的な光結合部材又は結合方法によると機械的安定性に欠けるという問題点をも有していた。

そしてこれらの問題点は、単に光学的な結合を困難にさせるのみでなく、発光素子と光ファイバとの結合が不可欠なE/Oモジュールや光導波回路、OEICなどを実用化する上での大きな障害となっていた。

そこで本発明は、発光素子と光ファイバの調芯を容易に行うことができ、かつ高い結合効率を得ることのできる生産性に優れた発光素子と光ファイバの結合方法と、そのために用いられる光導波型結合装置とを提供することを目的とする。

(問題点を解決するための手段)

本発明に係る発光素子と光ファイバの結合方法は、発光素子の発光端面からの光を光ファイバの

光入射端面に結合するにあたって、発光素子の発光端面と光ファイバの光入射端面を結ぶ光軸上に光導波路部材を配置し、発光素子の発光端面に対向する光導波路部材の第1の端面(光入射端面)を光軸と直交する軸を中心とする円柱面に仕上げ、光ファイバの光入射端面に対向する光導波路部材の第2の端面(光出射端面)を光軸と直交する平面に仕上げることを特徴とする。

また、本発明に係る光導波型結合装置は、基板上に載置される発光素子の発光端面からの光を光ファイバの光入射端面に結合するにあたって、基板上に発光素子を位置決めするための位置決め部材を備えると共に、発光素子と光ファイバの間の光軸上において基板上に、この発光素子の発光端面に対向する第1の端面が光軸と直交する軸を中心とする円柱面に仕上げられ、光ファイバの光入射端面に対向する第2の端面が光軸と直交する平面に仕上げられた光導波路部材を固定して備えることを特徴とする。

(作用)

本発明に係る結合方法では、光導波路部材の第1の端面を円柱面に仕上げることによって発光素子からの光を集束させて受け入れる光入射端面が形成され、第2の端面を平面に仕上げることによって光ファイバに光学的に結合する光出射端面が形成され、これらによって光導波路部材が発光素子と光ファイバを光学的に結合するように働く。

また本発明に係る光導波型結合装置では、位置決め部材が発光素子を基板上において光軸上に正確に位置決めするように働き、光導波路部材は発光素子からの光を円柱面に仕上げられた第1の端面から受け入れ、これを平面に仕上げられた第2の端面を介して光ファイバに結合するように働く。

(実施例)

以下、添付図面の第1図を参照してまず本発明方法を説明し、次に第2図ないし第5図を参照して本発明装置のいくつかの実施例を説明する。

第1図は本発明に係る結合方法の一例を説明するためのもので、発光素子、光ファイバとその間

に設けられる光導波路部材の配置状態を示す斜視図である。

第1図において、発光素子(例えば半導体レーザー)1、光導波路部材2および光ファイバ3は、同一の光学軸L上に配置されている。発光素子1の発振領域をなすストライプ部4の一方の端面は発光端面5を構成し、この端面5は光導波路部材2の第1の端面(光入射端面)6の先端と一定の間隔をあけて対向している。そして、発光端面5は光軸Lと直交する垂直方向の軸Aを中心とする円柱面に仕上げられている。一方、光導波路部材2の第2の端面(光出射端面)7は光軸Lに直交する平面に仕上げられ、同じく平面に仕上げられた光ファイバ3の光入射端面8に当接している。

ここで、光導波路部材2および光ファイバ3はそれぞれ中心部にコア9、10を有しており、これらは発光素子1のストライプ部4から発光端面5を通る光軸L上に位置決めされる。

次に、上記実施例の作用を説明する。発光端面5からの光は光軸Lに沿って、一定の広がりを持

って光導波路部材2の方向に進行し、第1の端面6に入射される。このとき、前述の如く第1の端面6は円柱面に仕上げられているので、発光素子1と光導波路部材2の両端面間の距離は小さく、また光はこの円柱面により集束され、従って高効率に光導波路部材2のコア9中に結合される。このように結合された光はコア9中を伝搬するが、微小なレンズの機能を果たす円柱面は光導波路部材2の一部として形成されているので、第2の端面7に至る経路において結合損失を生じることはほとんどない。

こうして光導波路部材2のコア9内を伝搬した光は、第2の端面7を通して光入射端面8から光ファイバ3のコア10に結合される。このとき、光導波路部材2の第2の端面7と光ファイバ3の光入射端面8を融着あるいは屈折率整合液により接続しておけば、ここにおいて生じる結合損失を低く抑えることができる。

従って本発明に係る発光素子と光ファイバの結合方法によれば、極めて高効率(低損失)に発光

置されるとともに、光導波路部材2の図示しない光出射面に光ファイバ3が光学的に結合される。

発光素子1はその発光端面5側の下縁部が段差21に当接したときに、発光素子1と光導波路部材2との結合距離が最適になるように載置位置が規定される。すなわち、段差21は光入射端面6の先端よりも例えば数 μm 程度発光素子1の端面側に寄せて形成され、前述の如くこれが発光素子1と光入射端面6との結合距離を規定する。

同時に、段差21は光導波路部材2の光軸と直交する段差面を有しているので、発光素子1の調芯は段差21に発光素子1の発光端面の下縁部を当接させながら、段差21の延在方向に一軸上で発光素子1を移動して行うだけで実現できる。従って本実施例によれば、発光素子1の光軸方向の位置決めによる調芯を極めて正確かつ容易に行なえるだけでなく、光軸と直交する水平方向の位置決めによる調芯をも容易にできる利点がある。

更に本実施例では、発光素子1が掘下げ面22に載置されたとき、発光素子1の発光領域と光導

素子からの光を光ファイバに結合することができ。また、このような端面を円柱面とした光導波路部材は、微小レンズの加工や光ファイバの先端加工に比べて高精度に仕上げるのが容易であり、かつ低コストで実現できる利点がある。

次に、本発明に係る光導波型結合装置のいくつかの実施例を説明する。

第2図は本発明の第一の実施例に係る光導波型結合装置の構成を示す斜視図である。光導波型結合装置100の基板12上にはコア9を有する光導波路部材2が設けられ、この光導波路部材2の光入射端面(第1の端面)6は光導波路の光軸に直交する垂直方向の軸を中心にした円柱面状に仕上げられ、図示しない光出射端面(第2の端面)は該光軸に垂直な平面状に仕上げられている。基板12の発光素子1側には段差21を有する掘下げ面22が形成され、発光素子1を載置する際の調芯案内機能を有する位置決め手段を形成している。こうして構成された光導波型結合装置100には、基板12の掘下げ面22に発光素子1が載

波路部材2のコア9の中心との高さが整合し、調芯を容易にするようになっている。従って本実施例によれば、発光素子を光軸と直交する垂直方向に位置決めすることにより行なう調芯についても、極めて容易かつ正確に行なえる利点がある。

上記第1の実施例については種々の変形が可能であり、また各構成要素には種々の材料を用いることができる。まず、光導波路部材2は石英系導波材料により構成することができ、このようにすれば低損失伝搬を実現することができる。そして、この場合の基板12としては石英もしくは表面を熱酸化処理したシリコンウエハを用いることができる。さらに、光導波路部材2はCVD法や反応性イオンエッチング法等により形成することができ、これによれば精密に制御されたものを量産できる。

光導波路部材2の光出射端面に結合される光ファイバ3は、光導波路部材2のコア9の断面寸法が光ファイバ3のコア10の径内に内接するように設定するのが望ましく、このようにすれば低損

失を実現できるが、これに限られるものではない。また、光導波路部材2と光ファイバ3の調芯には例えば昭和60年度電子通信学会半導体・材料部門全国大会440の技術やいわゆるコア直視技術を用いることができるが、これに限られるものではない。さらに、光導波路部材2の光出射端面と光ファイバ3との結合には、例えば融着接続または屈折率整合液を介する接続を用いることができるが、これに限られるものではない。

発光素子1の掘下げ面22への載置については、光導波路部材2との最適な結合を得るように、予め基板12のエッチング量を調整して載置することによってもよく、一定掘下げ量の掘下げ面に高さ調整用の適当厚みのスペーサを介して載置することによってもよい。また、発光素子1の掘下げ面22へのボンディングは、掘下げ面に予めAu-Ag合金をメタライズしておき、その上に発光素子1を載せて調芯したのち、Au-Sn合金を用いて固定するようにしてもよく、その他の手法を用いてもよい。

き、従って結合効率を高めることができる。

この実施例では、光導波路の断面寸法や円柱面の曲率半径等のパラメータを適切な値に設定することにより、発光素子を半導体レーザとする場合や端面発光型LEDとする場合に適用でき、また光ファイバにシングルモードファイバを用いる場合やマルチモードファイバを用いる場合にも適用でき、最適な光学的結合を得ることができる。

本発明者らはこの第2の実施例にもとづき、本発明の効果を確認すべくシングルモードファイバを用いて次の実験を行なった。

まず、光導波型結合装置100の基板12として石英基板を用い、基板12上にはクラッド部端面をテーパ面26としその間のコア部端面を円柱面とした光導波路部材2を形成した。具体的には、 $7 \times 7 \mu m$ のコア断面に対して光入射端面6に設けられた円柱面は曲率半径を $3.5 \mu m$ とし、光入射端面6の先端と半導体レーザの発光端面との結合距離を、焦点距離よりわずかに短かい $7 \mu m$ とした。その結果、クラッド部分端面をテーパ面

次に上記第1の実施例の具体例とその特性について説明する。

まず、発光素子1として半導体レーザを用い、光導波路部材2による導波路をシングルモード導波路とした場合には、発光素子と光導波路部材間の結合損失は約2dBとなり、十分な低損失を実現できる。また、光導波路長を数mmにしたときには伝搬損失は無視しうるものとなる。さらに、コア径が $8 \mu m$ のシングルモードファイバに結合する光導波路部材2について、コア断面の一边を $5.6 \mu m$ に設定し、光導波路部材2と光ファイバ3との端面接続を屈折率整合液により行なうと結合損失は無視しうる程度に抑えることができる。

第3図は本発明の第二の実施例の構成を示す上面図である。そしてこれが第1の実施例と比較して特に異なる点は、光導波路部材2の光入射端面6の円柱面に連続する端部すなわちクラッド部端面を、円柱面の中心軸に平行なテーパ状の面26としたことである。このようにすれば、クラッドモードの一部を伝搬モードに変換させることがで

26としてあるので、クラッドモードの光の一部を伝搬モードに変換させることができ、発光素子(半導体レーザ)1と光導波路部材2との間の結合損失を約2dBにすることができた。

また、基板12の掘下げ面22の形成にはエッチングを用い、そこに発光素子1として半導体レーザを載置し、半導体レーザの発振領域から発するレーザ光が光入射端面6のコア部分に入射するようにした。このとき、基板12として石英を用いてあるので、半導体レーザと光導波路部材2との間の調芯にはいわゆるコア直視技術を適用することができ、簡便に最適な結合状態を得ることができた。

さらに、光導波路部材2の光出射端面にはシングルモードファイバ3を結合した。ここで、光導波路部材2のコア9は断面を $7 \times 7 \mu m$ とし、シングルモードファイバ3のコア10の径は $10 \mu m$ とした。これによって、光導波路部材2のコア9をシングルモードファイバ3のコア10に内接させ、光導波路部材2とシングルモードファイ

バ3との両者のコア形状の不一致による損失を防いだ。その結果、光導波路部材2とシングルモードファイバ3との間の結合損失を、単に突き合わせただけでも0.15dBとすることができ、さらに屈打率整合液を使用したり融着接続をすることによって損失を検出できない程度に低減することができた。

上記第二の実施例はシングルモードファイバとの結合に特に適したものであるが、同様にテーバ形状を有するものについてマルチモードファイバとの結合を図るには、第4図の要部上面図のようにすればよい。

第4図に示す如く、基板12に形成された光導波路部材2のコア9の縁部を除く端面は円柱面を仕上げられ、クラッド部分の端面とそれに隣接するコア9の縁部端面でテーバ面26に仕上げられている。そして、基板12に載置される発光素子1と光導波路部材2との調芯が最適なとき、発光素子1の光の全てがコア9の光入射端面6に形成された円柱面に入射するようにする。なお、光導

波路部材2のコア9の本来の厚み(図中、 D_1)は、テーバ状に形成されていない垂直方向のコア幅(図示しない)と等しくなっている。

従って、発光素子1の光が光入射端面6に入射するビーム径をWとすると、Wはコア9のテーバ面26と円柱面との境界部分での水平方向のコア幅(図中、 D_2)に等しいかそれより小さい値であり、しかも D_2 は常に本来のコア幅すなわち垂直方向のコア幅 D_1 より小さい値である。その結果、この具体例によると、発光素子1の調芯時の垂直方向の軸ずれ許容度が大きくなるという利点をもつ。

第5図は本発明の第三の実施例の構成を示す斜視図で、特に発光素子1と光導波路部材2との間の調芯を簡便化するいくつかの調芯案内機能を有する位置決め手段を備えるものである。

同図(a)のものは、段差のない平板状の基板12に光導波路部材2を形成すると同時に、光導波路部材2を挟んだ両側にブロック状の位置決め部材18a、18bを設けたものである。このガ

イド(位置決め)構造によると、発光素子1と光導波路部材2との調芯は、図中矢印に示すごとく発光素子1を位置決め部材18a、18bの方向に送り、発光素子1の発光端面側をこれに対向する部材18a、18bの端面に当接させながら、基板12の面上で発光素子1を光軸に直交する水平な一軸方向に移動することによって行う。従って、第2図に示す第一の実施例と同様に、調芯を容易かつ正確に行なえる。

第5図(b)の装置は同図(a)のものと同様に、光導波路部材2の両側に位置決め部材19a、19bを設けたものである。そしてこれが第5図(a)のものと異なる点は、位置決め部材19a、19bが略L字形に加工され、光軸方向と直交する方向にも発光素子1を位置決めするようになっていることである。このような位置決め部材19a、19bを用いると、発光素子1はこれらに嵌合され、従って光軸方向のみならず光軸と直交する水平方向にも極めて正確かつ容易に位置決めできる利点がある。

第5図(c)のものは、基板12に段差21を設けるとともに、段差21の一部に発光素子1を嵌合する嵌合部83を設けたものである。

このような構造によれば、発光素子1を嵌合部83に嵌合することに光軸方向および光軸と直交する水平方向に正確に位置決めされるだけでなく、段差21によって光軸と直交する垂直方向(高さ方向)にも正確に位置決めされる。従って、発光素子1と光導波路部材2との調芯が未熟練な者でも、極めて簡単かつ迅速に調芯を行える。

本発明は上記第一、第二および第三の実施例とその変形例のものに限定されるものではない。例えば、光導波路部材は必ずしも基板上に載置して形成される必要はなく、基板面内に埋込まれて形成されてもよく、基板と一体に形成されてもよい。

本発明は大量生産に適した構成をとっているもので、E/Oモジュール、特にビッグテイル型のE/Oモジュールの低価格化に大きく寄与する。

(発明の効果)

以上、詳細に説明したように本発明によれば、

下記の如き格別の効果を奏することができる。第1に、本発明に係る光結合方法によれば、発光素子から光ファイバへの光結合を、発光素子側を円柱面にした光導波路部材により行なうようにしているので、光の結合損失を著しく低く抑えられる効果がある。

第2に、本発明に係る光導波型結合装置によれば、基板上に載置された発光素子と光ファイバとの光結合を基板上に設けられた光導波路部材を介して行い、かつ発光素子の位置決めを基板に形成された所定の位置決め部材を介して行なうようにしているので、発光素子と光導波路部材の調芯が容易に行なえるだけでなく、各要素の作成も正確かつ容易にでき、従って高効率で量産性に優れた光結合装置を提供することができる。

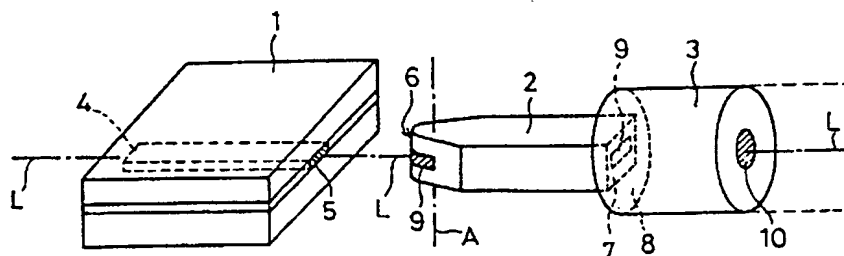
4. 図面の簡単な説明

第1図はこの発明に係る光結合方法を示す斜視図、第2図はこの発明に係る光導波型結合装置の第一の実施例の構成を示す斜視図、第3図は第二

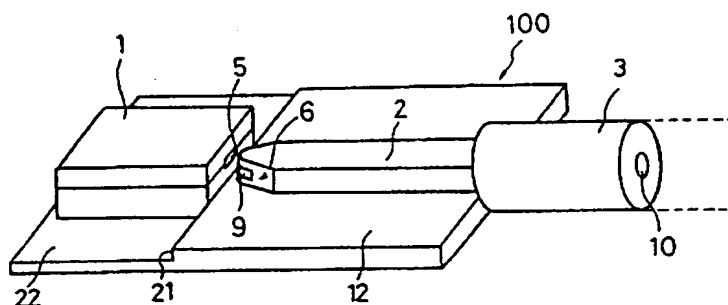
の実施例の構成を示す上面図、第4図はこの第二の実施例をマルチモードファイバに適用したときの要部上面図、第5図は第三の実施例のいくつかの構成を示す斜視図である。

1…発光素子、2…光導波路部材、3…光ファイバ、5…発光端面、6…光入射端面（第1の端面）、7…光出射端面（第2の端面）、8…光入射端面、12…基板、18a、18b、19a、19b…位置決め部材、21…段差、22…掘り下げ面、26…テーパ面、100…光導波型結合装置

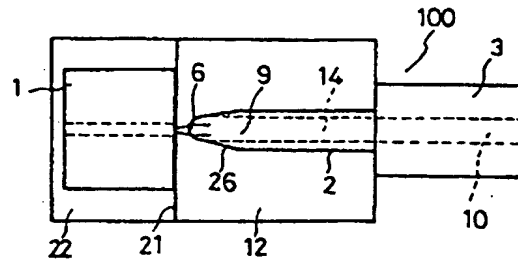
特許出願人 住友電気工業株式会社
出願人代理人 長谷川 芳 樹



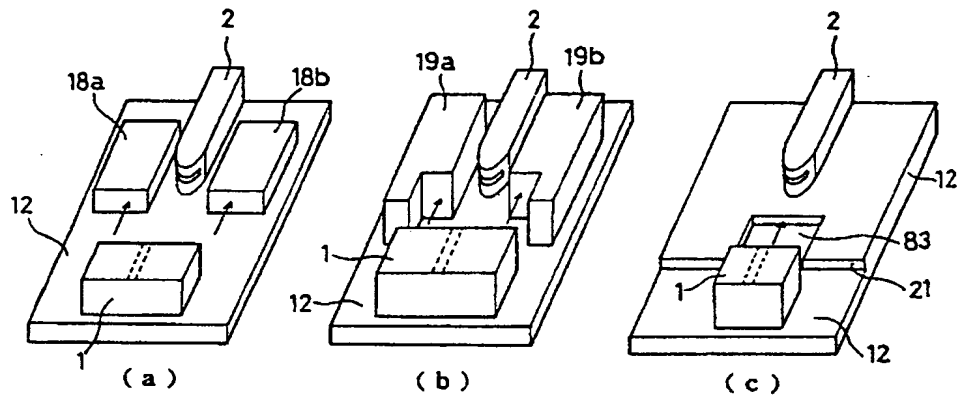
本発明方法による各部材の配置図
第 1 図



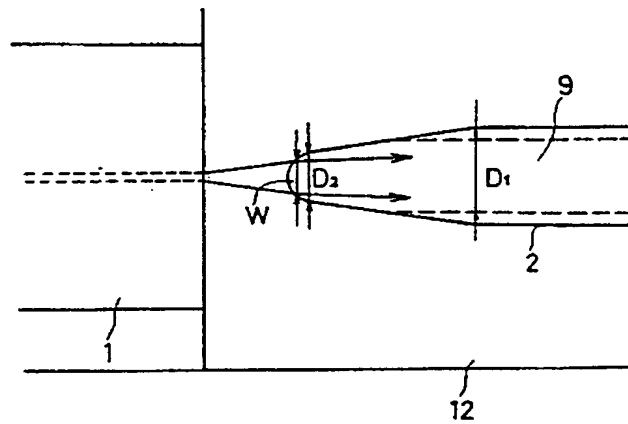
本発明の第1実施例に係る光導波型結合装置
第 2 図



本発明の第2実施例の要部上面図
第 3 図



本発明の第3実施例の斜視図
第 5 図



第2実施例をマルチモードファイバに適用するときの要部上面図
第 4 図

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.